

19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift
10 DE 196 16 828 A 1

61 Int. Cl.⁶:
H 04 J 13/02
H 04 B 1/69
H 03 H 21/00

21 Aktenzeichen: 196 16 828.7
22 Anmeldetag: 26. 4. 96
43 Offenlegungstag: 6. 11. 97

DE 196 16 828 A 1

71 Anmelder:
Siemens AG, 80333 München, DE

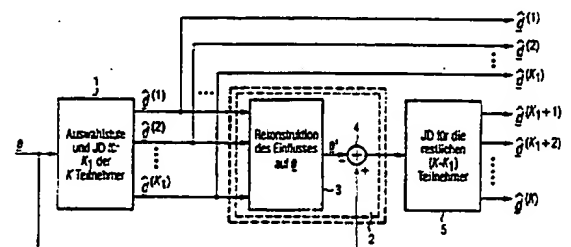
72 Erfinder:
Klein, Anja, Dipl.-Ing., 67700 Niederkirchen, DE;
Baier, Paul Walter, Prof. Dipl.-Ing. Dr.-Ing., 67661
Kaiserslautern, DE; Mayer, Jürgen, Dipl.-Ing., 67105
Schifferstadt, DE; Jung, Peter, Dipl.-Phys. Dr.-Ing.,
67697 Otterberg, DE

56 Entgegenhaltungen:
HAYKIN, Simon: Communication Systems, 3rd ed.,
New York, John Wiley & Sons, Inc., 1994, S.578-610
ISBN 0-471-57178-8;
PROAKIS, John G.: Digital Communications, 2nd ed.,
New York, McGraw-Hill Book Com- pany, 1989,
S.728-743 ISBN 0-07-050937-9;

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

64 Verfahren zur Separierung eines empfangenen Signalgemisches

57 Zur empfangsseitigen Separierung eines Signalgemisches wird in einem ersten Schritt aus x verschiedenen Teilnehmersignalen eine aus einer Untermenge bestehende Anzahl k_1 von Teilnehmersignalen nach einem Auswahlkriterium ausgewählt, in einem zweiten Schritt eine gemeinsame Detektion (JD) dieser ausgewählten k_1 Teilnehmersignale vorgenommen, wobei die nicht ausgewählten Teilnehmersignale dabei wie Rauschen behandelt werden, und in einem dritten Schritt der Einfluß der k_1 detektierten Teilnehmersignale mittels eines Verfahrens zur Interferenzeliminierung (IC) durch Subtraktion vom empfangenen Signalgemisch eliminiert. Anschließend werden die angegebenen drei Schritte für die noch nicht detektierten Teilnehmersignale erneut durchlaufen. Insgesamt werden so viele Durchläufe durchgeführt, bis die Teilnehmersignale aller interessierenden Teilnehmer detektiert sind. Das Verfahren nach der Erfindung läßt sich vorzugsweise bei Mobilfunksystemen mit CDMA-Vielfachzugriff einsetzen.



DE 196 16 828 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 09. 97 702 045/183

6/24

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Separieren eines empfangenen Signalgemisches gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 1.

Eine Separierung eines Signalgemisches ist beispielsweise erforderlich jeweils auf der Empfangsseite der Aufwärtsstrecke (uplink) bzw. der Abwärtsstrecke (downlink) von Mobilfunksystemen, bei denen eine Vielzahl von Mobilstationen mit einer ortsfesten Basisstation kommunizieren kann.

Es ist davon auszugehen, daß die K Teilnehmerstationen in einem Mobilfunksystem gleichzeitig mit der Basisstation kommunizieren möchten. Deshalb muß dafür gesorgt werden, daß in der Aufwärtsstrecke die von den einzelnen Teilnehmerstationen kommenden Sendesignale im Empfänger der Basisstation separiert werden können bzw. in der Abwärtsstrecke das für eine der K Teilnehmerstationen bestimmte, von der Basisstation kommende Signal in der zutreffenden Teilnehmerstation von den für andere Teilnehmerstationen bestimmten Signalen getrennt werden kann. Ein solches Separieren wird durch das Verwenden von Vielfachzugriffsverfahren ermöglicht. Man unterscheidet die eher klassischen Vielfachzugriffsverfahren Frequenzmultiplex (Frequency Division Multiple Access, FDMA) und Zeitmultiplex (Time Division Multiple Access, TDMA) und das moderne Vielfachzugriffsverfahren Codemultiplex (Code Division Multiple Access, CDMA). Diese drei Verfahren können auch in Kombination angewandt werden. Das Vielfachzugriffsverfahren CDMA beruht auf den Prinzipien der Bandspreiztechnik. In CDMA-Systemen unterscheiden sich die K Teilnehmersignale, die jeweils aus einer Datenfolge mit aneinandergereihten Datensymbolen bestehen, durch die in den Datensymbolen enthaltenen CDMA-Spreizcodes, die auch Signaturen genannt werden. Die folgenden Betrachtungen betreffen in erster Linie Systeme, bei denen CDMA verwendet wird. Allerdings ist die Anwendbarkeit des erfindungsgemäßen Verfahrens nicht auf CDMA-Systeme beschränkt.

Die Separierung eines Signalgemisches, der bei CDMA-Systemen eine Datenschätzung entspricht, läßt sich in bekannter Weise durch eine signalangepaßte Filterung (MF, Matched Filtering) bewerkstelligen, die jeweils auf den CDMA-Spreizcode des Teilnehmers angepaßt ist. Ein diese signalangepaßte Filterung durchführender Empfänger läßt sich beispielsweise als eine Bank von Korrelatoren oder als eine Bank von RAKE-Empfängern realisieren, vgl. z. B. das Buch von Proakis, J. G.: "Digital Communications", New York, McGraw-Hill, 1989.

Eine andere bekannte Möglichkeit zur Separierung eines Signalgemisches ist die sogenannte Interferenzeliminierung (IC, Interference Cancellation), die z. B. in der deutschen Patentanmeldung 195 09 867.6, in Erwerbring, M.; Gudmundson, B.; Larrson, G.; Teder, P.: "CDMA with interference cancellation: A technique for high capacity wireless systems", Proc. Int. Conf. Commun., Genf, 1993, Seiten 1901 bis 1906 und in Dent, P.; Gudmundson, B.; Ewerbring, M.: "CDMA-IC: A novel code division multiple access scheme based on interference cancellation", Proc. Symp. Personal, Indoor and Mobile Radio Commun., Boston, 1992, Seiten 98 bis 102 beschrieben ist.

Außerdem läßt sich in bekannter Weise eine Separierung eines Signalgemisches mit Hilfe einer sogenannten gemeinsamen Detektion (JD, Joint Detection) durchfüh-

ren, die beispielsweise in DE 41 21 356 C2 und DE 43 29 320 A1 beschrieben ist.

Die signalangepaßte Filterung ergibt bei der Separierung eines Signalgemisches eine sehr schlechte Leistungsfähigkeit, z. B. in Form von Bitfehlerwahrscheinlichkeiten, bei Mehrwegekanälen und bei nichtorthogonalen CDMA-Codes.

Bei der Verwendung der Interferenzeliminierung (IC) erreicht man dagegen schon eine relativ gute Leistungsfähigkeit, die jedoch noch schlechter ist als bei der gemeinsamen Detektion (JD). Probleme ergeben sich insbesondere bei Teilnehmersignalen mit nahezu gleicher Empfangsleistung, mit Ausnahme des in der deutschen Patentanmeldung 195 09 867.6 beschriebenen Verfahrens.

Bei der gemeinsamen Detektion (JD) wird zwar bei der Separierung eines Signalgemisches auf der Empfangsseite eine sehr gute Leistungsfähigkeit erzielt. Diese ist jedoch in nachteiliger Weise mit einem stark überproportionalen Anstieg der erforderlichen Rechenleistung mit zunehmender Teilnehmerzahl verbunden.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, bei der empfangsseitigen Separierung eines Signalgemisches eine Verbesserung der Leistungsfähigkeit gegenüber der signalangepaßten Filterung und auch gegenüber der Interferenzeliminierung zu erzielen und dabei eine ähnlich gute Leistungsfähigkeit wie bei Durchführung einer gemeinsamen Detektion zu erreichen. Dabei soll jedoch der Rechenaufwand im Vergleich zur gemeinsamen Detektion verringert werden.

Gemäß der Erfindung wird diese Aufgabe bei einem gattungsgemäßen Verfahren durch die im kennzeichnenden Teil des Patentanspruches 1 angegebenen Merkmale gelöst. Das Verfahren nach der Erfindung bringt besondere Vorteile beispielsweise für den Fall, daß es eine Anzahl K_1 von Teilnehmersignalen gibt, deren Empfangsleistungen etwa gleich sind (in der Größenordnung von P_1) und eine weitere Anzahl K_2 von Teilnehmersignalen, deren Empfangsleistungen ebenfalls etwa gleich (in der Größenordnung von P_2), jedoch sehr viel geringer als P_1 sind. In einem solchen Fall ist die Leistungsfähigkeit nicht nur der signalangepaßten Filterung, sondern auch aller mit Interferenzeliminierung (IC) arbeitenden Verfahren mit Ausnahme des in der deutschen Patentanmeldung 195 09 867.6 beschriebenen Verfahrens relativ schlecht.

Zweckmäßige Weiterbildungen und Ausführungsmöglichkeiten sind in den Unteransprüchen angegeben. Insbesondere enthalten einige der Unteransprüche Auswahlkriterien zur Auswahl einer Untermenge von K_1 Teilnehmersignalen aus einer Gesamtmenge der K aktiven Teilnehmersignale.

Die Erfindung wird im folgenden noch anhand eines in einer Figur dargestellten Ausführungsbeispiels für insgesamt zwei gemeinsame Detektions-Durchläufe erläutert.

Die Figur zeigt in Blockschaltbildform eine empfangsseitige Einrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Separieren eines empfangenen Signalgemisches e. Das z. B. über verschiedene Übertragungskanäle kommende Signalgemisch e gelangt zusammen mit einem Rauschsignal zuerst an eine Auswahlstufe 1 mit nachfolgender gemeinsamer Detektion. In dieser Auswahlstufe 1 wird zunächst in einem ersten Schritt aus K verschiedenen Teilnehmersignalen eine aus einer Untermenge bestehende Anzahl K_1 , $1 \leq K_1 \leq K$, von Teilnehmersignalen nach einem Auswahlkriterium ausgewählt. In einem zweiten Schritt

wird dort eine gemeinsame Detektion (JD) dieser ausgewählten K_1 Teilnehmersignale vorgenommen. Die nicht ausgewählten ($K-K_1$) Teilnehmersignale werden dabei wie Rauschen behandelt. Im dargestellten Ausführungsbeispiel sind in der Auswahlstufe 1 die Datenfolgen $d^{(1)}, d^{(2)} \dots d^{(K_1)}$ nach einem Auswahlkriterium ausgewählt worden und mittels einer gemeinsamen Detektion JD ausgewertet worden, so daß sich die geschätzten Datenfolgen $\hat{d}^{(1)}, \hat{d}^{(2)} \dots \hat{d}^{(K_1)}$ nach der Detektion ergeben. Die Daten \hat{d}^k sind Datenschätzwerte der Datensymbolfolge des k -ten Teilnehmersignals. Innerhalb einer Einrichtung 2 zur Interferenzeliminierung wird in einer Einrichtung 3 ein Rekonstruktionssignal e' geschaffen, durch welches der Einfluß der K_1 detektierten Teilnehmersignale durch Subtraktion in einem Addierglied 4 vom empfangenen Signalgemisch e eliminiert wird. Das Ausgangssignal des Addierglieds 4, das zugleich das Ausgangssignal der Einrichtung 2 zur Interferenzeliminierung bildet, wird einer Einrichtung 5 zur gemeinsamen Detektion JD für die restlichen ($K-K_1$) Teilnehmersignale zugeführt. Am Ausgang der Einrichtung 5 für die gemeinsame Detektion stehen dann die geschätzten Datenfolgen $\hat{d}^{(K_1+1)}, \hat{d}^{(K_1+2)} \dots \hat{d}^{(K)}$ an.

Die im Rahmen der Einrichtung 2 zur Interferenzeliminierung im Addierglied 4 stattfindende Subtraktion des Einflusses der beim ersten Durchlauf gemeinsam detektierten Teilnehmersignale vom ankommenden Empfangssignalgemisch e kann auch an den Ausgängen von signalangepaßten Filtern durchgeführt werden, die in der Einrichtung 1 zur gemeinsamen Detektion der ausgewählten K_1 Teilnehmersignale enthalten sind.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Separieren eines empfangenen Signalgemisches zur Anwendung in den Empfängern eines Mehrteilnehmer-Signalübertragungssystems, in welchem die Übertragung von K verschiedenen Teilnehmersignalen, wovon alle oder einige zeitlich und/oder spektral nicht disjunkt sind, über verschiedene Übertragungskanäle bzw. über ein und denselben Übertragungskanal erfolgt, dadurch gekennzeichnet, daß in einem ersten Schritt aus den K verschiedenen Teilnehmersignalen eine aus einer Untermenge bestehende Anzahl K_1 , $1 \leq K_1 \leq K$, von Teilnehmersignalen nach einem Auswahlkriterium ausgewählt wird, daß in einem zweiten Schritt eine gemeinsame Detektion (JD, Joint Detection) dieser ausgewählten K_1 Teilnehmersignale vorgenommen wird und die nicht ausgewählten ($K-K_1$) Teilnehmersignale dabei wie Rauschen behandelt werden, daß in einem dritten Schritt der Einfluß der K_1 detektierten Teilnehmersignale mittels eines Verfahrens zur Interferenzeliminierung (IC, Interference Cancellation) durch Subtraktion vom empfangenen Signalgemisch eliminiert wird, daß anschließend die angegebenen drei Schritte für die noch nicht detektierten Teilnehmersignale erneut durchlaufen werden, wobei dann K die Anzahl der noch nicht detektierten Teilnehmersignale bedeutet und K_1 im erneuten Durchlauf einen neuen Wert annehmen kann, und daß insgesamt so viele Durchläufe durchgeführt werden, bis die Teilnehmersignale aller interessierenden Teilnehmer detektiert sind.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein beliebiges, der Art der jeweiligen Teilnehmersignale angepaßtes Verfahren zur gemeinsamen Detektion (JD, Joint Detection) verwendet wird.

meinsamen Detektion (JD, Joint Detection) verwendet wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein beliebiges, der Art der jeweiligen Teilnehmersignale angepaßtes Verfahren zur Interferenzeliminierung (IC, Interference Cancellation) verwendet wird.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das empfangene Signalgemisch aus gleichzeitig übertragenen synchronen oder asynchronen, aus digitalen Datensymbolen zusammengesetzten Datenfolgen besteht, die auf dem Übertragungsweg verzerrt werden, wobei jedem der Datensymbole der Datenfolgen vor der Übertragung ein der jeweiligen Datenfolge zugeordneter Spreizcode aufmoduliert wird, und daß im Empfänger quantisierte oder unquantisierte Datenschätzwerte der Datensymbolfolge des k -ten ($k=1 \dots K_1$) Teilnehmers durch gemeinsame Detektion der jeweils nach dem Auswahlkriterium ausgewählten bzw. der am Ende aller Durchläufe noch verbleibenden Teilnehmersignale gebildet werden.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die im Rahmen der Interferenzeliminierung (IC, Interference Cancellation) stattfindende Subtraktion des Einflusses der bei einem Durchlauf gemeinsam detektierten Teilnehmersignale vom vor dem jeweiligen Durchlauf existenten Signalgemisch an den Ausgängen von signalangepaßten Filtern durchgeführt wird, die in einer Einrichtung zur gemeinsamen Detektion vorhanden sind.

6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als Auswahlkriterium die Empfangsenergie/leistung der Teilnehmersignale herangezogen wird, d. h. es werden solche Teilnehmersignale ausgewählt, deren Empfangsenergie/leistung eine gewisse Schwelle überschreitet.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Schwelle für jeden Durchlauf neu festgelegt wird.

8. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als Auswahlkriterium das Signal/Stör-Verhältnis der Teilnehmersignale herangezogen wird, d. h. es werden solche Teilnehmersignale ausgewählt, deren Signal-Stör-Verhältnis eine gewisse Schwelle überschreitet.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Schwelle für jeden Durchlauf neu festgelegt wird.

10. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als Auswahlkriterium das jeweils verwendete Symbolalphabet herangezogen wird, d. h. es werden solche Teilnehmersignale ausgewählt, bei denen die Mächtigkeit des verwendeten Symbolalphabets einen bestimmten Wert unterschreitet.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß der bestimmte Wert für jeden Durchlauf neu festgelegt wird.

12. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß als Auswahlkriterium der jeweils verwendete Spreizungsfaktor herangezogen wird, d. h. die Teilnehmersignale werden abhängig vom verwendeten Spreizungsfaktor ausgewählt.

13. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß als Auswahlkriterium die jeweils verwendete Bandbreite herangezogen wird, d. h. die

Teilnehmersignale werden abhängig von der verwendeten Bandbreite ausgewählt.

14. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als Auswahlkriterium die jeweils verwendete Rate des Kanalcodierers herangezogen wird, d. h. die Teilnehmersignale werden abhängig von der verwendeten Rate des Kanalcodierers ausgewählt.

15. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als Auswahlkriterium der jeweils verwendete Dienst (service) herangezogen wird, d. h. die Teilnehmersignale werden abhängig vom verwendeten Dienst (service) ausgewählt.

16. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als Auswahlkriterium die jeweils geforderte Bitfehlerwahrscheinlichkeit, Rahmenfehlerwahrscheinlichkeit od. dergl. herangezogen wird, d. h. die Teilnehmersignale werden abhängig von der geforderten Bitfehlerwahrscheinlichkeit, Rahmenfehlerwahrscheinlichkeit od. dergl. ausgewählt.

17. Verfahren nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch eine beliebige Kombination zweier oder mehrerer der in den Ansprüchen 6 bis 16 angegebenen Auswahlkriterien.

18. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die K_1 Teilnehmersignale für jeden Durchlauf vor dem Durchführen der Durchläufe ausgewählt werden.

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß die K_1 Teilnehmersignale für jeden Durchlauf nach dem Durchführen des vorhergehenden Durchlaufs ausgewählt werden.

20. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die $(K-K_1)$ nicht ausgewählten Teilnehmersignale wie unkorreliertes Rauschen behandelt werden.

21. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß die $(K-K_1)$ nicht ausgewählten Teilnehmersignale wie korreliertes Rauschen behandelt werden.

22. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß insgesamt zwei Durchläufe vorgesehen sind, daß im ersten Schritt aus den K verschiedenen Teilnehmersignalen eine aus einer Untermenge bestehende Anzahl K_1 , $1 \leq K_1 \leq K$, von Teilnehmersignalen nach einem Auswahlkriterium ausgewählt wird, daß im zweiten Schritt eine gemeinsame Detektion (JD) dieser ausgewählten K_1 Teilnehmersignale vorgenommen wird und die nicht ausgewählten $(K-K_1)$ Teilnehmersignale dabei wie Rauschen behandelt werden, daß im dritten Schritt der Einfluß der K_1 detektierten Teilnehmersignale mittels eines Verfahrens zur Interferenzeliminierung (IC) durch Subtraktion vom empfangenen Signalgemisch eliminiert wird und daß nach der Subtraktion eine gemeinsame Detektion (JD) der restlichen $(K-K_1)$ Teilnehmersignale durchgeführt wird.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

